

04 DO #2
500.40583X00



THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s)

O. ITOU, et al.

Serial No.:

09 / 940,810

Filed:

AUGUST 29, 2001

Title:

LIQUID CRYSTAL DISPLAY APPARATUS.

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Assistant Commissioner for
Patents
Washington, D.C. 20231

SEPTEMBER 20, 2001

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s)
the right of priority based on:

Japanese Patent Application No. 2001 - 054979
Filed: FEBRUARY 28, 2001

A certified copy of said Japanese Patent Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP

Melvin Kraus

Registration No. 22,466

MK/rp
Attachment



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-054979

出 願 人

Applicant(s):

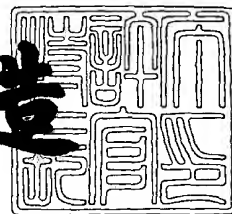
株式会社日立製作所



2001年 8月17日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3073631

【書類名】 特許願

【整理番号】 H4138

【提出日】 平成13年 2月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G21F 1/133

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立
 製作所 日立研究所内

 【氏名】 伊東 理

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立
 製作所 日立研究所内

 【氏名】 小村 真一

【特許出願人】

 【識別番号】 000005108

 【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

 【識別番号】 100093492

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴木 市郎

 【電話番号】 03-3591-8550

【選任した代理人】

 【識別番号】 100078134

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 武 顕次郎

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 113584

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一对の対向基板、該対向基板間に挟持した液晶層および液晶駆動部、並びに前記対向基板の上側および下側に偏光板および位相板をそれぞれ配置した液晶表示装置であって、

該液晶表示装置の画素は反射率の印加電圧特性がノーマリクローズ型である反射表示部および該反射表示部を構成する液晶層よりも層厚の厚い透過表示部を備え、

前記対向基板の下側に配置した偏光板および位相板は楕円偏光板を形成することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 請求項 1 の記載において、透過表示部と反射表示部の段差を d 、液晶材料の実効的な複屈折を Δn 、透過光の波長を λ としたとき、下側位相板の遅相軸と下側偏光板の透過軸のなす角 θ は、

$$40^\circ - 180^\circ \times \Delta n d / \lambda < \theta < 50^\circ - 180^\circ \times \Delta n d / \lambda$$

であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 3】 請求項 1 の記載において、透過表示部と反射表示部の段差を d 、液晶材料の実効的な複屈折を Δn 、透過光の波長を λ としたとき、下側位相板の遅相軸と下側偏光板の透過軸のなす角 θ は、

$$43^\circ - 180^\circ \times \Delta n d / \lambda < \theta < 47^\circ - 180^\circ \times \Delta n d / \lambda$$

であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4】 請求項 1 の記載において、前記下側位相板は第 1 の下側位相板および第 2 の下側位相板からなり、第 1 の下側位相板のリタデーションは 180 nm 以上、 220 nm 以下の範囲にあり、第 2 の下側位相板のリタデーションは 200 nm 以上、 400 nm 以下の範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 5】 請求項 1 の記載において、前記下側位相板は第 1 の下側位相板および第 2 の下側位相板からなり、第 2 の下側位相板のリタデーションは第 1 の下側位相板のそれよりも大きく、その差は 180 nm 以上、 220 nm 以下の範囲にあり、第 1 の下側位相板のリタデーションは 50 nm 以上、 180 nm 以下

の範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 6】 請求項 1 の記載において、前記下側位相板は第 1 の下側位相板および第 2 の下側位相板からなり、第 1 の下側位相板のリタレーションは 5 0 n m 以上、1 8 0 n m 以下の範囲にあり、第 2 の下側位相板のリタレーションは 1 0 0 n m 以上、2 0 0 n m 以下の範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 7】 請求項 1 の記載において、前記液晶層のツイスト角は 4 0 度以上、7 0 度以下の範囲にあり、液晶層のリタレーションは 2 0 0 n m 以上、3 5 0 n m 以下の範囲にあり、上側位相板のリタレーションは 2 8 0 n m 以上、4 7 0 n m 以下の範囲にあり、上側位相板の遅相軸の方位角は 3 0 度以上、7 5 度以下の範囲にあり、上側偏光板の吸収軸の方位角は 3 0 度以上、9 0 度以下の範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 8】 請求項 1 の記載において、前記液晶層のツイスト角は 7 5 度以上、8 5 度以下の範囲にあり、液晶層のリタレーションは 2 0 0 以上、3 1 0 n m 以下の範囲にあり、位相板のリタレーションは 3 2 0 n m 以上、4 6 0 n m 以下の範囲にあり、位相板の遅相軸の方位角は 1 0 5 度以上、1 4 5 度以下の範囲にあり、偏光板の吸収軸の方位角は 2 5 度以上、6 5 度以下の範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 9】 請求項 1 の記載において、前記液晶層のツイスト角は 5 0 度以上、1 0 0 度以下の範囲にあり、上側位相板は第 1 の上側位相板および第 2 の上側位相板からなり、第 2 の上側位相板のリタレーションは 5 0 n m 以上、2 8 0 n m 以下の範囲にあり、第 1 の位相板のリタレーションは第 2 の位相板のリタレーションよりも大きく、両者の差は 7 0 n m 以上、1 9 0 n m 以下の範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 1 0】 請求項 1 の記載において、前記液晶層のツイスト角は 5 0 度以上、1 0 0 度以下の範囲にあり、上側位相板は第 1 の上側位相板および第 2 の上側位相板からなり、第 2 の上側位相板のリタレーションは 3 5 0 n m 以上、4 8 0 n m 以下の範囲にあり、第 2 の上側位相板のリタレーションは第 1 の上側位相板のリタレーションよりも大きく、両者の差は 1 0 n m 以上、5 0 n m 以下の範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 1 1】 請求項 1 の記載において、前記液晶層のツイスト角は 5 0 度以上、1 0 0 度以下の範囲にあり、上側位相板は第 1 の上側位相板および第 2 の上側位相板からなり、第 2 の上側位相板のリタレーションは 3 8 0 n m 以上、4 8 0 n m 以下の範囲にあり、第 1 の上側位相板のリタレーションは第 2 の上側位相板のリタレーションよりも大きく、両者の差は 8 0 n m 以上、1 2 0 n m 以下の範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 1 2】 請求項 4 ないし請求項 5 の何れか 1 の記載において、第 2 の下側位相板の遅相軸と下側偏光板の透過軸の間のなす角を ϕ とするとき、第 1 の下側位相板の遅相軸と下側偏光板の透過軸のなす角度は $2\phi + 35$ 度以上、 $2\phi + 55$ 度以下であることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は液晶表示装置にかかり、特に 1 つの画素内に反射表示部と透過表示部を備えた液晶表示装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

反射型液晶表示装置のあるものは、1 つの画素内に反射表示部と透過表示部を有する。前記反射表示部は、反射板を用いて周囲から入射する光を反射して表示を行う。反射表示部は周囲の明るさによらずコントラスト比が一定であるため、晴天時の屋外から室内までの環境下で良好な表示が得られるという長所がある。しかし、暗室等の暗い環境では表示を認識できなくなる。

【0 0 0 3】

一方、前記透過表示部は背後に置かれたバックライト光源の光を利用して表示を行う。透過表示部は暗室等の暗い環境でも表示を認識できるという長所がある。しかし、界面反射光の強度がバックライト光よりも強いような明るい環境下では表示を認識できなくなる。

【0 0 0 4】

このように、反射表示部と透過表示部は互いの短所を補い合う関係にあるため

、この両者を備えた反射型液晶表示装置は、晴天時の屋外から暗室等までを含む広い条件下で使用が可能である。1つの画素内に反射表示部と透過表示部を有する反射型液晶表示装置は、例えば特開平11-242226号公報に記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

反射表示部と透過表示部を有する反射型液晶表示装置（以下、単に反射型液晶表示装置という）の反射表示部は、反射板を液晶セル内に内蔵し、1枚の偏光板と1枚もしくは2枚の位相板を用いて構成される。一方、反射型液晶表示装置の透過表示部は、液晶セルの上下に1枚の偏光板を用い、液晶セルと偏光板の間に1枚もしくは2枚の位相板を用いて構成される。

【0006】

前記反射表示部の表示特性は、液晶層、位相板、偏光板の各光学パラメータにより決定される。前記液晶層の光学パラメータにはツイスト角、リタデーションがある。位相板の光学パラメータには遅相軸方位角、リタデーションがある。偏光板の光学パラメータには吸収軸方位角がある。

【0007】

また、前記透過型表示部の表示特性も、同様に液晶層、位相板、偏光板の光学パラメータにより決定される。

【0008】

前記反射型液晶表示装置の上側（液晶表示装置の観察面側）では、そこに配置する位相板と偏光板は反射表示部と透過表示部で共通に用いることができる。一方、反射型液晶表示装置の下側では、反射表示部に電界を印加するための反射電極と透過表示部に電界を印加するための透明電極を同層に形成することは困難であり、これらを通常異なる層として形成する。このため、反射表示部と透過表示部では液晶層厚が異なることになり、反射表示と透過表示の両方で良好な表示を得ることはできない。

【0009】

このため、例えば、スーパーツイステッドネマチック液晶を用いた反射型液晶

表示装置では、液晶層厚変動に対するマージンが極めて狭いため反射表示部と透過表示部の段差を解消した構造としている。しかし、この装置では、透過表示部の透過率を増大するために下側位相板と下側偏光板の組合わせを楕円偏光板にしている。この場合には、反射表示部と透過表示部の段差がないにもかかわらず前記組み合わせを楕円偏光板にしたことにより、透過表示のコントラスト比が 1 0 : 1 程度まで低下する。

【 0 0 1 0 】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたもので、反射表示と透過表示の両方で良好な表示を得る反射型液晶表示装置を提供する。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記の課題を解決するために次のような手段を採用した。

【 0 0 1 2 】

一对の対向基板、該対向基板間に挟持した液晶層および液晶駆動部、並びに前記対向基板の上側および下側に偏光板および位相板をそれぞれ配置した液晶表示装置であって、該液晶表示装置の画素は反射率の印加電圧特性がノーマリクローズ型である反射表示部および該反射表示部を構成する液晶層よりも層厚の厚い透過表示部を備え、前記対向基板の下側に配置した偏光板および位相板は楕円偏光板を形成し、前記液晶層の層厚の差に相当する部分の液晶層を通過した時点でのバックライト光を円偏光にする。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

反射型液晶表示装置の液晶層、位相板、偏光板の光学パラメータ設定方法は、例えば、O. Itou, S. Komura, K. Kuwabara, K. Funahata, K. Kondo, K. Kuboらの発表(SID 98 DIGEST 766~769頁(1998))に記載されている。反射型液晶表示装置では、光が偏光板に入射し、位相板、液晶層を通過して反射板で反射され、再び液晶層、位相板を通過して偏光板に入射する。暗表示時には、この過程において光が二分の一波長に相当する位相差を付与されるならば、二回目に偏

光板に入射した時点で完全に吸収されるため理想的である。即ち、一回目の偏光板通過により直線偏光となった光の振動面がこの過程において90度回転し、二回目に偏光板に入射した時点で偏光板の吸収軸に振動方向が平行になるからである。片道の光路に換算すれば、透過光に付与される位相差は四分の一波長であり、反射板に到達した時点において透過光の偏光状態は円偏光になる。

【0014】

また、明表示時には、光が一波長に相当する位相差を付与されるならば、二回目に偏光板に入射した時点で完全に透過するため理想的である。即ち、この時、一回目の偏光板通過において直線偏光となった光の振動面が回転せず、二回目に偏光板に入射した時点で偏光板の吸収軸に振動方向が垂直になるからである。片道の光路に換算すれば、透過光に付与される位相差は二分の一波長であり、反射板に到達した時点において透過光の偏光状態は直線偏光になる。

【0015】

以上のことをポアンカレ球表示を用いて表したのが図1と図2である。なお、ポアンカレ球表示はストークスパラメータS1、S2、S3を3軸とした空間内で定義される半径1の球であり、図17に示すように球面上の各点は全ての偏光状態と1対1に対応する。例えば、ポアンカレ球表示のS1、S2平面との切線は直線偏光に対応し、S3軸との交点は円偏光に対応する。その他の部分は楕円偏光に対応する。

【0016】

図1は、暗表示における理想的な偏光変換を表す。図1について説明すると、偏光板透過後に透過光は直線偏光であり、ポアンカレ球の赤道上の一点L1に位置する。偏光板と液晶層を透過した後に円偏光に変換される。すなわち、ポアンカレ球上を4分の1回転して極Pに移動する。反射後に再び液晶層と位相板を通過して、振動方向が90°回転した直線偏光になる。すなわち、ポアンカレ球上を再び4分の1回転してL1とは反対側の赤道上の点L2に移動する。

【0017】

図2は、明表示における理想的な偏光変換を表す。偏光板透過後に透過光は直線偏光であり、ポアンカレ球の赤道上の一点L1に位置する。偏光板と液晶層を

透過した後に振動方向の 90° 回転した直線光に変換される。すなわち、ポアンカレ球上を2分の1回転してL1とは反対側の赤道上の点L2に移動する。反射後に再び液晶層と位相板を通過して、もとの直線偏光になる。すなわち、ポアンカレ球上を再び2分の1回転してL1にもどる。

【0018】

コントラスト比は明表示時と暗表示時の反射率の比で表されるが、主にコントラスト比に影響を及ぼすのは暗表示時の反射率である。暗表示において上記のような偏光変換が可視波長の全域において成り立つように、液晶層、位相板、偏光板の光学パラメータを設定し、この設定をもとに上側偏光板、上側位相板および反射表示部の液晶層厚を決定する。

【0019】

次に、透過表示部における理想的な偏光変換と、これを実現する下側偏光板と下側位相板について説明する。反射表示部と透過表示部の間に段差がない場合には、バックライト光が円偏光になって液晶層に入射すれば、理想的な暗表示が得られる。即ち、暗表示時に液晶層と上側位相板はこれらを通過する光に $1/4$ 波長の位相差を与えるので、円偏光を入射すれば直線偏光に変換され、上側偏光板により完全に吸収される。バックライト光を円偏光にするためには、下側位相板を $1/4$ 波長板とし、下側偏光板の透過軸を、下側位相板の遅相軸に対して 45 度の角度を成すように配置すればよい。

【0020】

以上のことをポアンカレ球表示を用いて表したのが図3である。図3は反射表示部と透過表示部の間に段差がない場合の透過表示部のポアンカレ球表示であり、暗表示における理想的な偏光変換を表す。偏光板透過後に透過光は直線偏光であり、ポアンカレ球の赤道上の一点L1に位置する。偏光板と下側位相板を通過した後に円偏光に変換されて極Pに移動する。第1の液晶層を透過した後に上側位相板を通過して振動方向が 90° 回転した直線偏光になり、L1とは反対側の赤道上の点L2に移動する。

【0021】

ポアンカレ球表示では、位相板による偏光状態の変換は、(S1、S2)平面

内にありかつポアンカレ球の中心を通る回転軸の回りの回転として表され、回転軸は位相板の遅相軸に相当する。図 3 中に、位相板の遅相軸を表す回転軸 SA を破線で示した。下側偏光板の透過軸と下側位相板の遅相軸のなす角を θ とすると、L 1 と回転軸のなす角は 2θ である。図 3 では、偏光板の透過軸と下側位相板の遅相軸のなす角は 45° であるため、L 1 と回転軸のなす角は 90° である。

【 0 0 2 2 】

一方、反射表示部と透過表示部の間に段差があり、透過表示部の方が液晶層厚が厚い場合には、透過表示部の液晶層を厚さ方向に対して 2 つに分けて考える。反射表示部の液晶層の下側界面を境界として考え、これよりも下側を段差部液晶層、これよりも上側を反射表示部液晶層とする。

【 0 0 2 3 】

段差部液晶層を通過して境界に達した時点で、バックライト光は円偏光になっていればよい。即ち、段差部液晶層もバックライト光に位相差を与えるため、下側位相板と段差部液晶層を合わせたものが $1/4$ 波長板と同様に作用すればよい。この時、下側位相板を通過した時点において、バックライト光は楕円偏光になる。

【 0 0 2 4 】

以上のことをポアンカレ球表示を用いて表したのが図 4 である。図 4 は透過表示部の液晶層厚が厚い場合の透過表示部のポアンカレ球表示であり、その暗表示における理想的な偏光変換を表す。下側偏光板透過後に透過光は直線偏光であり、ポアンカレ球の赤道上の一点 L 1 に位置する。偏光板と下側位相板を通過した後に楕円偏光 E に変換される。段差部液晶層を透過した後に円偏光に変換されて極 P に移動する。反射表示部液晶層と上側位相板を通過して振動方向が 90° 回転した直線偏光になり、赤道上の点 L 2 に移動する。

【 0 0 2 5 】

楕円偏光 E から極 P への移動は段差部液晶層による作用であり、楕円偏光 E から極 P への回転角を ϕ とする。下側位相板透過後にバックライト光を楕円偏光 E にするため、回転軸と E 1 のなす角はポアンカレ球上において 90° 以下にしなければならない。回転軸と E 1 のなす角が 90° からずれた分の角度は、 90°

-2θ である。図4より明らかなように、 ϕ は $90^\circ - 2\theta$ に等しい。また、液晶層の実質的な複屈折を Δn 、反射表示部と透過表示部の段差を d 、バックライト光の波長を λ とすると、 ϕ は次式で表される。

【0026】

$$\phi = 360^\circ \times \Delta n d / \lambda \quad (1)$$

また、 ϕ は $90^\circ - 2\theta$ に等しいことから、次式が得られる。

【0027】

$$45^\circ - \theta = 180^\circ \times \Delta n d / \lambda \quad (2)$$

以上のようにして、反射表示部と透過表示部の段差 d と、下側偏光板吸収軸と下側位相板遅相軸のなす角 θ が関係づけられる。

【0028】

すなわち、(2)式より、反射表示部と透過表示部の段差 d が変化しても、 θ を(2)式に従って調節することにより、何れの段差 d においても透過表示の暗表示透過率を低減できる。また、反射表示部と透過表示部の段差 d が変化した場合に、下側位相板をリタデーションの異なる別の品種の位相板に変える必要は無く、(2)式に従ってその貼り付け角度を変えればよいことが分かる。

【0029】

また、反射表示部と透過表示部の段差 d に応じて θ を(2)式に従って設定することにより、第2の液晶層を通過した時点でのバックライト光を円偏光にできる。この時、上側偏光板、上側位相板、第1の液晶層を通過した光が円偏光になるように上側偏光板と上側位相板が設定されていれば、透過表示の暗表示透過率を十分に低減でき、高いコントラスト比の透過表示が得られる。また、上側偏光板、上側位相板、第1の液晶層を通過した光が円偏光になっていれば、反射表示の暗表示反射率を十分に低減できる。以上のようにして、高いコントラスト比の透過表示と反射表示が同時に得られる。しかも、反射表示部の反射率と透過表示部の透過率を同じ印加電圧において十分に低減できる。

【0030】

ところで、前記下側位相板を2枚の位相板で構成することができる。2枚の位相板を液晶層に近い方から第1の下側位相板、第2の下側位相板とする。一般に

1/4 波長板と 1/2 波長板を組み合わせれば広帯域の円偏光板がえられ、全可視波長域の透過光が円偏光により近い偏光になることが知られている。これと同様に、第 1 の下側位相板および第 2 の下側位相板のリタデーションをそれぞれ 1/4 波長および 1/2 波長とすることにより、楕円偏光板の全可視波長領域の透過光をより同一の楕円偏光にして、より高コントラストの透過光をえることができる。

【0031】

次に、本発明の実施例を説明する。

【0032】

「実施例 1」

本実施例にかかる液晶表示装置を図 5 に示す。液晶表示装置は、第 1 の基板 11 と液晶層 10 と第 2 の基板 12 から構成され、第 1 の基板と第 2 の基板間には液晶層を挟持する。第 1 の基板は、液晶層に近接する側にカラーフィルタ 13 とブラックマトリクス 14 と平坦化層 15 と共通電極 16 と第 1 の配向膜 17 を有する。また、第 2 の基板の液晶層に近接する側に薄膜トランジスタ 19 と第 2 の配向膜 24 を有する。薄膜トランジスタ 19 は逆スタガ型であり、走査配線と信号配線と反射電極 23 と透明電極 22 に接続されている。走査配線と信号配線は第 1 の絶縁層 20 で絶縁されており、信号配線と反射電極は第 2 の絶縁層 21 で絶縁されている。反射電極 23 と透明電極 22 は第 2 の絶縁層で絶縁されている。透明電極 22 と薄膜トランジスタ 19 は同層にあり、直接結合されている。反射電極 23 と薄膜トランジスタ 19 は異なる層にあり、スルーホール 30 を介して結合されている。反射電極 23 上には第 2 の配向膜があり、液晶層に近接してその配向方向を規定する。

【0033】

第 1 の基板 11 はホウケイサンガラス製であり、厚さは 0.7 mm である。カラーフィルタは赤、緑、青色を呈する各部分をストライプ状に繰り返して配列しており、画素間隙に相当する部分には樹脂性のブラックマトリクスを有する。カラーフィルタおよびブラックマトリクスに起因する凹凸は、樹脂性の平坦化層 15 により平坦化されている。共通電極 16 は Indium Tin Oxide

(ITO) 製であり、層厚は $0.14\ \mu\text{m}$ である。第1の配向膜17には日産化学社製のサンエバーを用い、その層厚は $0.2\ \mu\text{m}$ とした。

【0034】

第2の基板12は第1の基板と同様にホウケイサンガラス製であり、厚さは 0.7mm である。第2の配向膜24は第1の配向膜と同じ日産化学社製のサンエバーであり、その層厚は $0.2\ \mu\text{m}$ である。信号配線と走査配線はクロム製であり、第1の絶縁層20は窒化シリコン膜である。第2の絶縁層21は窒化シリコン膜であり、膜厚は $0.6\ \mu\text{m}$ にした。透明電極はITO製であり、層厚は $0.14\ \mu\text{m}$ である。

【0035】

図5に示したように、反射電極23は透明電極22の上側に存在する。一画素内の拡散反射電極が存在する部分が反射表示部であり、反射電極が存在せず、透明電極が現れている部分が透過表示部である。図5中に反射表示部と透過表示部を記した。

【0036】

液晶層には、複屈折が 0.073 であるフッ素系液晶材料を用いた。直径が $4.0\ \mu\text{m}$ の真球状のポリマービーズを 1mm^2 あたり約100個の割合で分散し、これにより液晶層厚を $3.9\ \mu\text{m}$ にするとともに、液晶層厚を表示部の全体にわたってほぼ均一にした。第1の配向膜17と第2の配向膜24には、ラビング法で配向処理を施した。ラビングロールの回転数は3000回転/分、ラビングロールの基板との接触部分の幅は 11mm として、液晶層のプレチルト角を約5度とした。また、配向処理の方位を適宜設定し、第1の基板と第2の基板を組み立てて、液晶材料を注入した時に液晶層のツイスト角が50度になるようにした。

【0037】

第1の基板11の上方には、上側偏光板33と上側位相板31と拡散粘着剤35を配置した。上側位相板31には日東電工社製のNRZフィルムを、上側偏光板33には日東電工社製のSEG1425DUNを用いた。第2の配向膜24の配向処理方向を方位角0度とし、第1の基板側から見て反時計回りに方位角を定

義すると、上側位相板31の遅相軸方位角は56度、上側偏光板33の吸収軸方位角は69度となるように貼り合わせた。また、上側位相板31の波長633nmにおけるリタデーションは395nmとした。

【0038】

上記の上側偏光板33の吸収軸方位角と上側位相板31の遅相軸方位角とリタデーションは以下のようにして決定した。すなわち、規則的な捻じれ構造を持つ液晶層の法線方向の光学特性は、S. Chandrasekar, G. S. Ranganath, U. D. Kini, K. A. Sureshらによる文献 Mol. Cryst. Liq. Cryst 24巻(1973年)201~211頁に記載されている。液晶層に入射する直前における透過光の偏光状態を円偏光と仮定して、液晶層を通過した後の透過光の偏光状態を計算した。これを可視波長の広い範囲において直線偏光に変換するように、液晶層のツイスト角とリタデーション、及び位相板のリタデーションと遅相軸の方位角を求めた。その結果、図11と図12に示したような解の分布が得られた。図中の斜線部が高コントラストを与える解の分布を示しており、解はいくつかの群を成す。図11と図12中に示したように解をA群、B群、C群、D群、E群に分類し、このうちC群を選択することにした。C群の解における液晶層のリタデーションと位相板のリタデーションの関係を図13に、偏光板吸収軸方位角と位相板遅相軸方位角の関係を図14に示す。これより、液晶層のリタデーションを200nm以上、350nm以下の範囲内にし、位相板のリタデーションを280nm以上、470nm以下の範囲内にし、位相板の遅相軸の方位角を30度以上、75度以下の範囲内にし、偏光板の吸収軸の方位角を30度以上、90度以下の範囲内にし、解を満足する組み合わせを選択して設定すればよい。さらに、位相板を通過した後の偏光（直線偏光もしくはこれに近い楕円偏光）の振動方向を求め、これと吸収軸が平行になるようにして偏光板の吸収軸方位角を定めた。以上により、上側偏光板の吸収軸方位角と上側位相板の遅相軸方位角とリタデーションを前述のように決定することができる。

【0039】

次に、上側位相板31のNz係数は0.0に設定する。Nz係数は屈折率の3

次元分布を表す係数であり、Yasuo Fujimura, Tatsuki Nagatsuka, Hiroyuki Yoshimi, Takefumi Simomuraらの発表(SID '91 DIGEST (1991) 739頁～742頁)において、次式で定義されている。

【0040】

$$N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y) \quad (3)$$

ここで、 n_x と n_y は平面内の屈折率で、 n_x は遅相軸方向の屈折率、 n_y は進相軸方向の屈折率である。 n_z は厚さ方向の屈折率である。

【0041】

本実施例の液晶層はツイスト角が50度と小さい値であるため、その光学特性は N_z 係数が1.0の一軸性媒体に近い。そのため、 N_z 係数が0.0の位相板を組み合わせることにより、位相差の視角変動を低減できる。この状態の両者の屈折率楕円体の配置を示したのが図15である。 N_z 係数が0.0の位相板は円盤状の屈折率楕円体を有し、液晶層はラグビーボール状の屈折率楕円体を有する。屈折率楕円体の形状が互いに異なるため、厚さ方向の屈折率が寄与する視角方向においても位相差が良好に補償される。更に、法線方向から見て位相板の遅相軸と液晶層の配向方向が直交するように配置すれば、位相板と液晶層の遅相軸は全ての視角方向において直交し、両者の位相差は更に良好に補償される。この状態の両者の屈折率楕円体の配置を近似的に示したのが図16である。本実施例では位相板の遅相軸は下側基板の配向方向に対して55度に設定している。これは上側基板の配向方向に対して105度に、液晶配向の平均方向(液晶層中央における配向方向)に対して80度であることに相当しており、図16に示した条件に近いことがわかる。このような位相板配置において、 N_z 係数を理想値である0.0に近づければ視角特性が良好に補償され、より高いコントラスト比が得られる。

【0042】

以上のようにして、電圧無印加時において暗表示が得られ、電圧印加とともに反射率が増大するノーマリクローズ型の反射表示部が得られる。

【0043】

拡散粘着剤は粘着剤中に微小球体を分散したものであり、粘着剤と微小球体の屈折率の違いにより透過光を拡散する性質を有する。これにより反射電極の鏡面反射を低減して周囲の物体が表示部に映り込むことを防止するとともに、周囲から入射する光をより高い割合で法線方向に反射して明るさを増大することができる。

【 0 0 4 4 】

次に、以上のようにして作成した液晶表示装置の反射表示の表示特性を評価した。積分球光源を用いて、法線方向を中心とした角度 4 5 度の範囲内からサンプルに均等に光照射し、この状態における輝度を法線方向から測定した。測定結果を図 6 に表示特性 (a) として示す。前記条件で標準拡散板の輝度を測定し、これを反射率 1 0 0 % とした。図に示すように、電圧無印加時に反射率が最小となり、その後電圧印加とともに反射率が增大するノーマリクローズ型の表示特性が得られた。また、反射率の最大値は印加電圧 2 . 5 V において得られ、その時の反射率は 2 2 . 6 % であった。また、コントラスト比は 2 8 : 1 であった。

【 0 0 4 5 】

次いで、光源の照射条件を変えて反射表示の表示特性を再び評価した。法線方向から 3 0 度傾いた方向からサンプルに光照射した。反射率の最大値は前記条件で測定した標準拡散板の輝度を 1 0 0 % として 2 3 . 1 % であった。また、コントラスト比は 3 2 : 1 であった。

【 0 0 4 6 】

次に透過表示部の詳細を説明する。第 2 の基板 1 2 の下方に、下側偏光板 3 4 と下側位相板 3 2 を配置した。下側位相板 3 2 には日東電工社製の N R F フィルムを、下側偏光板 3 4 には日東電工社製の S E G 1 4 2 5 D U N を用いた。なお、下側位相板には、このほかに複屈折の波長依存性がより少ない A R T O N、あるいは複屈折が波長とともに減少するフィルムを用いることができる。この場合は、透過光の偏光状態の波長依存性が低減されるため、より高コントラスト比の透過表示が得られる。

【 0 0 4 7 】

第 2 の絶縁層 2 1 の厚さが 0 . 6 μ m、反射電極 2 3 の厚さが 0 . 2 μ m であ

るため、反射表示部と透過表示部の段差は $0.8\mu\text{m}$ である。また、液晶材料の波長 633nm における複屈折は 0.072 である。これを(2)式に代入することにより、下側偏光板34の透過軸と下側位相板32の遅相軸のなす角度は 28.6 度と求まる。

【0048】

この計算結果に基づき、下側偏光板34の透過軸と下側位相板32の遅相軸のなす角度を 29 度に固定して、電圧無印加時の透過率が最小になる軸配置を求めた。その結果、下側位相板の遅相軸方位角は 34 度、下側偏光板の吸収軸方位角は 65 度とした。また、下側位相板の波長 633nm におけるリタデーションは 134nm とし、 N_z 係数は 1.0 にした。以上のようにして、透過表示部も反射表示部と同様にノーマリクローズ型とした。

【0049】

次に、下側偏光板34の後方にバックライトを置き、透過表示の表示特性を法線方向から評価した。測定結果を図6中に表示特性(b)として併記した。電圧無印加時に透過率が最小となり、その後電圧印加とともに反射率が増大するノーマリクローズ型の表示特性が得られた。また、反射率の最大値が得られる印加電圧 2.5V における透過率は 2.1% であった。また、コントラスト比は $35:1$ であった。

【0050】

夕方の屋外や比較的照明の弱い屋内などの使用環境では、バックライト光と同程度の明るさの光が周囲から入射して、透過表示と反射表示がほぼ同じ明るさに見えることがある。しかし、透過表示、反射表示とも同じノーマリクローズ型としたことにより、透過表示と反射表示がほぼ同じ明るさで共存する場合でも高いコントラスト比が得られる。

【0051】

以上のように、反射表示部と透過表示部の段差を考慮して(2)式により下側偏光板の透過軸と下側位相板の遅相軸のなす角度を決定し、これに基づいて下側偏光板の透過軸と下側位相板の遅相軸を設定することにより、透過表示部および反射表示部とも高いコントラスト比を示す反射型液晶表示装置が得られた。

【 0 0 5 2 】

「実施例 2」

実施例 1 に示す液晶表示装置において、第 2 の絶縁層 2 1 の厚さを $0.8 \mu\text{m}$ に増大した。これにより、透明電極と反射電極間の距離が増大して両者の間の容量結合が減少するため、表示の均一性が向上できる。

【 0 0 5 3 】

さらに、第 2 の基板 1 2 の下方に、下側偏光板 3 4 と下側位相板 3 2 を配置した。第 2 の絶縁層 2 1 の厚さが $0.8 \mu\text{m}$ 、拡散反射電極 2 3 の厚さが $0.2 \mu\text{m}$ であるため、反射表示部と透過表示部の段差は $1.0 \mu\text{m}$ である。また、液晶材料の波長 633nm における複屈折は 0.072 である。これを (2) 式に代入することにより、下側偏光板 3 4 の透過軸と下側位相板 3 2 の遅相軸のなす角度は 24.2 度と求まる。

【 0 0 5 4 】

この計算結果に基づき、下側偏光板 3 4 の透過軸と下側位相板 3 2 の遅相軸のなす角度を 24 度に固定して、電圧無印加時の透過率が最小になる軸配置を求めた。その結果、下側位相板 3 2 の遅相軸方位角は 34 度、下側偏光板 3 4 の吸収軸方位角は 58 度とした。以上のようにして、透過表示部も反射表示部と同様にノーマリクローズ型とした。

【 0 0 5 5 】

次に、透過表示の表示特性を法線方向から評価したところノーマリクローズ型の表示特性が得られた。また、反射率の最大値が得られる印加電圧 2.7V における透過率は 2.1% であった。また、コントラスト比は $42:1$ であった。

【 0 0 5 6 】

以上のように、反射表示部と透過表示部の段差を考慮して (2) 式により下側偏光板の透過軸と下側位相板の遅相軸のなす角度を決定し、これに基づいて下側偏光板の透過軸と下側位相板の遅相軸を設定することにより、透過表示、反射表示とも高いコントラスト比を示す反射型液晶表示装置が得られた。

【 0 0 5 7 】

「実施例 3」

実施例 1 に示す液晶表示装置において、透過表示部に第 2 の絶縁層 2 1 を残した。本実施例の液晶表示装置の断面図を図 7 に示す。図 7 に示したように、透明電極 2 2 の上部を第 2 の絶縁層が覆った構造になっている。実施例 1 のように透過表示部において第 2 の絶縁層 2 1 を除去した場合、反射表示部と透過表示部の間には第 2 の絶縁層の厚さに相当する段差が発生し、これによりドメイン等の表示不良が発生する可能性がある。このような表示不良を防止するためには、第 2 の絶縁層 2 1 を垂直にエッチングせずに、4 5 度程度のテーパーを付けてエッチングしなければならない。その結果、テーパーに相当する部分では液晶層厚が正常な透過表示部とは異なった値になり、暗表示透過率が増大して透過表示のコントラスト比が減少する。本実施例では透過表示部に第 2 の絶縁層 2 1 を残したことにより、透過表示部と反射表示部の段差を反射電極 2 3 の厚さ分に低減できる。また、テーパーに相当する部分も減少するため、暗表示透過率がより低下して透過表示のコントラスト比が増大するという効果が得られる。

【 0 0 5 8 】

一方、第 2 の基板 1 2 の下方には、下側偏光板 3 4 と下側位相板 3 2 を配置した。反射表示部と透過表示部の段差は反射電極の厚さ分の $0.2 \mu\text{m}$ である。また、液晶材料の波長 633 nm における複屈折は 0.072 である。これを (2) 式に代入することにより、下側偏光板 3 4 の透過軸と下側位相板 3 2 の遅相軸のなす角度は 40.8 度と求まる。

【 0 0 5 9 】

この計算結果に基づき、下側偏光板 3 4 の透過軸と下側位相板 3 2 の遅相軸のなす角度を 41 度に固定して、電圧無印加時の透過率が最小になる軸配置を求めた。その結果、下側位相板の遅相軸方位角は 54 度、下側偏光板の吸収軸方位角は 95 度とした。以上のようにして、透過表示部も反射表示部と同様にノーマリクローズ型とした。

【 0 0 6 0 】

次に、透過表示の表示特性を法線方向から評価したところノーマリクローズ型の表示特性が得られた。また、反射率の最大値が得られる印加電圧 2.7 V における透過率は 1.7% であった。また、コントラスト比は $55:1$ に増大した。

【0061】

以上のように、反射表示部と透過表示部の段差を考慮して(2)式により下側偏光板の透過軸と下側位相板の遅相軸のなす角度を決定し、これに基づいて下側偏光板の透過軸と下側位相板の遅相軸を設定することにより、透過表示、反射表示とも高いコントラスト比を示す部分透過型の液晶表示装置が得られた。

【0062】

なお、本実施例では下側偏光板と下側位相板の組合わせを楕円偏光板としたが、電気ベクトルの軌跡(一般には楕円になる)の楕円率が1でない偏光は全て楕円偏光であると解釈することもできる。本発明で意味する楕円偏光板をより具体的に定義すれば、本実施例のように反射電極の膜厚に起因する位相差の分だけ円偏光から位相がずれた楕円偏光を楕円率の下限とし、これよりも楕円率の大きい楕円偏光を与えるものを楕円偏光板とする。反射電極の層厚で最も小さい値は $0.1\mu\text{m}$ 程度であり、液晶材料の複屈折値で最も小さい値は 0.06 程度であり、透過光の波長を $550\mu\text{m}$ とすると、これによって与えられる位相差は 0.011π である。これより、円偏光から 0.011π 以上位相がずれた楕円偏光を与える下側偏光板と下側位相板の組合わせを楕円偏光板と定義する。

【0063】

「実施例4」

実施例1に示す反射型液晶表示装置において、反射電極23と第2の絶縁層21との間に凹凸形成層25を形成した。本実施例の液晶表示装置の断面図を図8に示す。凹凸形成層25の凹凸により反射電極上にこれと類似の形状の凹凸が形成されて、反射電極自体が拡散性を有する。これに伴い、図5に示す拡散粘着剤35を除去し、位相板31は微小粒子を含まない粘着剤で基板上に固着した。前記拡散粘着剤は形成が容易であるという長所を有するが、反射電極から離れたところで光拡散するため解像度を低下させるという欠点を有する。また、反射電極自体が拡散性を有することにより、解像度を低下させずに正反射の低減が可能になる。

【0064】

凹凸形成層25は有機膜であり、該凹凸形成層はフォトリソグラフにより円柱

状に形成したものを加熱軟化して凸状にした。各凹凸で反射された光の干渉効果による着色を防止するため、凹凸形成層はランダムに配置した。凹凸形成層の高さは $0.3 \mu\text{m}$ とした。凹凸形成層の底部の形状は円形であり、その直径は $5 \mu\text{m}$ にした。

【 0 0 6 5 】

次に、積分球光源を用いて、法線方向を中心とした角度 45 度の範囲内からサンプルに均等に光照射し、この状態における輝度を法線方向から測定した。ノーマリクローズ型の表示特性が得られ、反射率の最大値は 25.6% に増大した。また、コントラスト比は $32:1$ であった。透過表示部もノーマリクローズ型であり、印加電圧 2.7V における透過率は 2.1% であった。また、コントラスト比は $37:1$ であった。

【 0 0 6 6 】

「実施例 5」

実施例 1 に示す反射型液晶表示装置において、透明電極 22 と第 2 の絶縁層 21 の間に凹凸形成層 25 を形成した。本実施例の液晶表示装置の断面図を図 9 に示す。凹凸形成層 25 の凹凸により反射電極上にこれと類似の形状の凹凸が形成されており、反射電極自体が拡散性を有する。これに伴い、図 5 に示す拡散粘着剤 35 を除去し、位相板 31 は微小粒子を含まない粘着剤で基板上に固着した。この場合にも、実施例 4 と同様に解像度を低下することなく正反射の低減が可能になる。

【 0 0 6 7 】

「実施例 6」

実施例 1 に示す液晶表示装置において、下側位相板 32 の遅相軸と下側偏光板 34 の透過軸のなす角を 2 度ずつ変え、各角度においてその方位角を最適化して、透過表示のコントラスト比を測定した。その結果を図 10 に示す。

【 0 0 6 8 】

CRT や透過型液晶表示装置等の発光型表示装置は、暗室においては $100:1$ を超えるコントラスト比を示す。しかし、照明光や太陽光の存在下では表示部の表面で約 1% 以上の反射が生じる。明るい室内や曇天下の屋外では環境光強度

は約 1000 cd/m^2 であるが、この場合には 10 cd/m^2 の反射光が生じる。このため、明表示時の輝度を 300 cd/m^2 としても、反射光の影響だけでコントラスト比はおよそ $30:1$ 以下に低減する。すなわち、通常の使用条件で使用者が観察している表示装置のコントラスト比は最高でも $30:1$ 程度である。したがって、本発明では以上の事実を考慮して、コントラスト比の第1目標を $30:1$ においた。

【0069】

また、透過型液晶表示装置の中でも、マトリクス電極を用いて大容量の表示を行うスーパーツイステッドネマチック（STN）型液晶表示装置は、スペーサービーズ周辺の配向不良や液晶層厚の不均一による影響を受け易い。このため、界面反射のない暗室においてもコントラスト比は $100:1$ 以下になる。界面反射の生じる通常の使用条件では、STN型液晶表示装置のコントラスト比は最高でも $15:1$ 程度である。したがって、本発明ではコントラスト比の第2目標を $15:1$ においた。

【0070】

また、反射表示部と透過表示部の段差が $0.8 \mu\text{m}$ で、液晶材料の波長 633 nm における複屈折が 0.072 であることから、前記（2）式より下側偏光板の透過軸と下側位相板の遅相軸のなす角度は 28.6 度と求まる。この計算結果に基づき、実施例1では下側偏光板の透過軸と下側位相板の遅相軸のなす角度を 29 度にした。

【0071】

図10より明らかなように、 29 度に最も近い 30 度と 28 度において一番目と二番目に高いコントラスト比が得られており、 29 度から遠ざかるにつれてコントラスト比が低下している。また、コントラスト比の第1目標である $30:1$ に着目すると、 29 度 ± 2 度の範囲内で $30:1$ より高いコントラスト比が得られている。第2目標である $15:1$ に着目すると、 29 度 ± 5 度の範囲内で $15:1$ より高いコントラスト比が得られている。

【0072】

したがって、下側偏光板の透過軸と下側位相板の遅相軸のなす角度は、（2）

式で与えられる値を中心として ± 5 度の範囲内が望ましく、また、(2)式で与えられる値を中心として ± 3 度の範囲内がさらに望ましいことが分かる。

【0073】

「実施例7」

実施例1に示す液晶表示装置において、下側位相板を2枚の位相板で構成した。第2の基板に近い方から第1の下側位相板、第2の下側位相板とする。それぞれのリタデーションと遅相軸方位角は以下のようにして決定した。すなわち、反射部液晶層と段差部液晶層に電圧を印加しない状態で上側偏光板側から白色光を照射し、上側位相板、反射部液晶層、段差部液晶層を通過した光の偏光状態を可視波長域の複数の波長で測定した。これをS1、S2平面に投影したポアンカレ球上で評価した。第1の下側位相板は各波長の偏光をS1、S2平面に投影したポアンカレ球上で直線状に分布するように変換した。このとき、反射部液晶層と段差部液晶層の有する旋光性が補償され、複屈折性による波長分散だけが残る。次いで、第2の下側位相板は第1の下側位相板を透過した光をS1、S2平面切線上の一点に集中するように変換した。このとき、各波長の透過光は振動方向の等しい直線偏光に変換され、吸収軸が振動方向と平行になるように下側偏光板を配置することによりこれらを吸収できる。

【0074】

以上のようにして求めた第1の下側位相板、第2の下側位相板のリタデーションを図18に示す。解は3群に分類され、それぞれF群、G群、K群とする。F群では第2の下側位相板のリタデーションは第1の下側位相板よりも180nmから220nmほど大きく、かつ第1の下側位相板のリタデーションは50nmから180nmの範囲で分布している。G群では第1の下側位相板のリタデーションの分布範囲は狭く、180nmから220nmの範囲で分布している。これに対して第2の下側位相板のリタデーションの分布範囲は広く、200nmから400nmの範囲で分布している。G群では第1の下側位相板のリタデーションの分布範囲は狭く、180nmから220nmの範囲で分布している。これに対して、第2の位相板のリタデーションの分布範囲は広く、200nmから400nmの範囲で分布している。K群では第1の下側位相板のリタデーションの分布

範囲は 50 nm から 180 nm であり、第 2 の下側位相板のリタレーションの分布範囲は 100 nm から 200 nm である。

【0075】

このうち、本実施例では F 群の解を選択した。第 1 の下側位相板のリタレーションを 140 nm、第 1 の下側位相板の遅相軸方位角を 148 度、第 2 の下側位相板のリタレーションを 340 nm、第 2 の下側位相板の遅相軸方位角を 38 度、下側偏光板の吸収軸方位角を 48 度に設定した。

透過表示のコントラスト比を測定したところ、41 : 1 であった。2 枚の下側位相板を用いて透過光の位相差補償をより厳密に行ったことにより、透過表示のコントラスト比を実施例 1 よりも増大することができた。

【0076】

本実施例の下側位相板と下側偏光板の組合わせは広帯域の楕円偏光板であり、より広い波長域にわたって同一の楕円偏光を与える。広帯域の円偏光板として 4 分の 1 波長板と 2 分の 1 波長板と偏光板の積層体が知られているが、本実施例の楕円偏光板もこれに類似の作用を有する。広帯域の円偏光板の原理を図 19 に示す。図 19 は S1、S2 平面に投影したポアンカレ球であり、円の中心が円偏光に、円周が直線偏光にそれぞれ相当する。偏光板を透過した直線偏光 L1 を 2 分の 1 波長板（第 2 の偏光板に相当）で一旦直線偏光 L2 に変換し、4 分の 1 波長板（第 1 の偏光板に相当）で円偏光 C に変換する。透過偏光は 2 分の 1 波長板と 4 分の 1 波長板により往復運動に近い動きをするため 2 分の 1 波長板と 4 分の 1 波長板の有する位相差の波長分散が良好に補償され、より広い波長域にわたって円偏光が得られる。図 19 において 2 分の 1 波長板の遅相軸と偏光板の透過軸の間のなす角を 2ϕ とすると、4 分の 1 波長板の遅相軸と偏光板の透過軸のなす角は $4\phi + 90$ 度と求まる。実空間ではそれぞれ 2 分の 1 の ϕ 度、 $2\phi + 45$ 度となる。

【0077】

本実施例の楕円偏光板も楕円偏光に相当するポアンカレ球上の一点に各波長の光を集めることから、図 20 に示したように、広帯域の円偏光板に類似の変換を行う。すなわち、第 2 の下側位相板が 2 分の 1 波長板と類似に透過光 L1 を直線

偏光近傍の点L 2' に移動し、第1の下側位相板が4分の1波長板と類似にこれを楕円偏光に相当するポアンカレ球上の点Eに移動する。図18より明らかなように、第2の下側位相板のリタデーションは2分の1波長(約275nm)の近傍に分布し、第1の下側位相板のリタデーションは4分の1波長(約137nm)の近傍に分布する。第2の下側位相板の遅相軸と偏光板の吸収軸のなす角、および第1の下側位相板の遅相軸と下側偏光板の吸収軸のなす角も広帯域の円偏光板に類似の傾向にある。第2の下側位相板の遅相軸と下側偏光板の透過軸のなす角を ϕ とすると、第1の下側位相板の遅相軸と下側偏光板の透過軸のなす角は $2\phi + 35$ 度から $2\phi + 55$ 度の範囲内にある。

【0078】

「実施例8」

実施例1に示す反射型液晶表示装置において、ツイスト角を65度にした。また、上側位相板を第1の上側位相板と第2の上側位相板とで構成した。第1の上側位相板のリタデーションは310nm、遅相軸方位角は18度とした。また、第2の上側位相板のリタデーションは140nm、遅相軸方位角は126度とした。上側偏光板の吸収軸角度は178度にした。ここで、上側偏光板に近い側より順に第1の上側位相板、第2の上側位相板とした。

【0079】

第1の上側位相板と第2の上側位相板のリタデーションと遅相軸方位角は実施例1と同様にして求めた。すなわち、液晶層側から偏光板、位相板の方向に光が通過するものとし、液晶層に入射する直前における透過光の偏光状態を円偏光と仮定して、液晶層を通過した後の透過光の偏光状態を計算した。液晶層のツイスト角は50度から100度の範囲にあるものとした。このときの透過光を可視波長の広い範囲において直線偏光に変換するように、第1の上側位相板と第2の上側位相板のリタデーションと遅相軸の方位角を求めた。上側位相板を2枚にしたことにより、液晶層の有する複屈折性と旋光性がより厳密に補償され、基板法線方向を主に光が入射した場合には、特に高いコントラスト比が得られる。

【0080】

このようにして求めた第1の上側位相板と第2の上側位相板のリタデーション

の関係を図 2 1 に示す。第 1 の上側位相板と第 2 の上側位相板のリタレーションは三群に分かれて分布しており、それぞれ H 群、I 群、J 群と呼ぶことにする。H 群では第 2 の上側位相板のリタレーションは 5 0 n m から 2 8 0 n m の範囲で分布しており、第 1 の上側位相板のリタレーションは第 2 の上側位相板のリタレーションよりも大きく、両者の差は 7 0 n m 以上、1 9 0 n m 以下の範囲にある。I 群では第 2 の上側位相板のリタレーションは 3 5 0 n m から 4 8 0 n m の範囲で分布しており、第 2 の上側位相板のリタレーションは第 1 の上側位相板のリタレーションよりも大きく、両者の差は 1 0 n m 以上、5 0 n m 以下の範囲にある。J 群では第 2 の上側位相板のリタレーションは 3 8 0 n m から 4 8 0 n m の範囲で分布しており、第 1 の上側位相板のリタレーションは第 2 の上側位相板のリタレーションよりも大きく、両者の差は 8 0 n m 以上、1 2 0 n m 以下の範囲にある。本実施例では I 群の解を選択した。

【 0 0 8 1 】

また、下側位相板を 2 枚の位相板で構成し、第 1 の位相板と第 2 の位相板のリタレーションは図 1 8 の F 群の解より以下のように選択した。すなわち、第 1 の下側位相板のリタレーションを 1 4 0 n m、第 1 の下側位相板の遅相軸方位角を 1 4 8 度、第 2 の下側位相板のリタレーションを 3 4 0 n m、第 2 の下側位相板の遅相軸方位角を 3 8 度、下側偏光板の吸収軸方位角を 4 8 度に設定した。

【 0 0 8 2 】

以上のようにして作成した液晶表示装置の反射表示の表示特性を評価した。積分球光源を用いて、法線方向を中心とした角度 4 5 度の範囲内からサンプルに均等に光照射し、この状態における輝度を法線方向から測定したところ、コントラスト比は 2 6 : 1 であった。積分球光源の光照射角度を 1 5 度以内としたところ、コントラスト比は 3 6 : 1 に向上した。このように、上側位相板を 2 枚にして法線方向の位相差をより厳密に補償したことにより、特に光照射角度を絞ったときの反射表示のコントラスト比を向上することができた。

【 0 0 8 3 】

「実施例 9」

実施例 1 に示す反射型液晶表示装置において、ツイスト角を 8 0 度にした。ま

た、上側位相板を第 1 の上側位相板と第 2 の上側位相板とで構成し、そのリタデーションは図 2 1 中の H 群の解から以下のように選択した。すなわち、第 1 の上側位相板のリタデーションを 2 9 0 n m、遅相軸方位角を 1 0 度、第 2 の上側位相板のリタデーションを 1 4 0 n m、遅相軸方位角を 1 2 0 度、上側偏光板の吸収軸方位角を 1 7 6 度に設定した。

【 0 0 8 4 】

また、下側位相板を 2 枚の位相板で構成し、第 1 の下側位相板と第 2 の下側位相板のリタデーションは図 1 8 の F 群の解より以下のように選択した。すなわち、第 1 の下側位相板のリタデーションを 1 4 0 n m、第 1 の下側位相板の遅相軸方位角を 1 5 0 度、第 2 の下側位相板のリタデーションを 3 4 0 n m、第 2 の下側位相板の遅相軸方位角を 3 0 度、下側偏光板の吸収軸方位角を 5 0 度に設定した。

【 0 0 8 5 】

積分球光源の光照射角度を 4 5 度としたところコントラスト比は 2 8 : 1 であり、光照射角度が 1 5 度以内では 3 4 : 1 に向上した。このように、上側位相板を 2 枚にして法線方向の位相差をより厳密に補償したことにより、特に光照射角度を絞ったときに反射表示のコントラスト比が向上した。

【 0 0 8 6 】

「実施例 1 0」

実施例 1 に示す反射型液晶表示装置において、ツイスト角を 8 0 度にした。また、上側位相板のリタデーションは図 1 2 中の D 群の解から選択して、上側位相板のリタデーションは 3 4 0 n m し、遅相軸方位角は 9 0 度とした。上側偏光板の吸収軸角度は 9 度にした。また、下側位相板を 2 枚の位相板で構成し、第 1 の下側位相板と第 2 の下側位相板のリタデーションは図 1 8 中の F 群の解より以下のように選択した。第 1 の下側位相板のリタデーションを 1 4 0 n m、第 1 の下側位相板の遅相軸方位角を 1 5 0 度、第 2 の下側位相板のリタデーションを 3 4 0 n m、第 2 の下側位相板の遅相軸方位角を 3 0 度、下側偏光板の吸収軸方位角を 5 0 度に設定した。この場合にも反射表示、透過表示とも電圧無印加時に暗表示となるノーマリクローズ型の表示特性が得られた。

【 0 0 8 7 】

また、液晶層厚が $3.2\ \mu\text{m}$ 、 $3.5\ \mu\text{m}$ 、 $4.2\ \mu\text{m}$ 、 $4.5\ \mu\text{m}$ 、 $4.7\ \mu\text{m}$ の液晶セルを作成し、これに上記条件の下側位相板偏光板と上側位相板偏光板を組み合わせて反射表示のコントラスト比を測定した。その結果を図 2 2 に示す。 $3.6\ \mu\text{m}$ から $4.2\ \mu\text{m}$ の範囲内で第 1 目標とする $30:1$ 以上のコントラスト比が得られ、 $3.3\ \mu\text{m}$ から $4.3\ \mu\text{m}$ の範囲内で第 2 目標とする $15:1$ 以上のコントラスト比が得られた。ツイスト角を 80 度に増大したことにより、 $30:1$ 以上のコントラスト比が得られる液晶層厚の範囲が $0.6\ \mu\text{m}$ になり、 $15:1$ 以上のコントラスト比が得られる液晶層厚の範囲が $1.0\ \mu\text{m}$ になった。「実施例 1 1」

実施例 1 に示す反射型液晶表示装置において、ツイスト角を 90 度にした。また、上側位相板のリタデーションは図 1 2 中の E 群の解から選択して、上側位相板のリタデーションは $140\ \text{nm}$ とし、遅相軸方位角は 115 度とした。上側偏光板の吸収軸角度は 14 度にした。下側位相板は第 1 の下側位相板と第 2 の下側位相板で構成し、それらのリタデーションは図 1 8 中の K 群から以下のように選択した。第 1 の下側位相板のリタデーションは $140\ \text{nm}$ とし、遅相軸方位角は 0 度とし、第 2 の下側位相板のリタデーションは $140\ \text{nm}$ とし、遅相軸方位角は 49 度とした。下側偏光板の吸収軸角度は 130 度に設定した。この場合にも反射表示、透過表示とも電圧無印加時に暗表示となるノーマリクローズ型の表示特性が得られた。

【 0 0 8 8 】

また、液晶層厚が $2.9\ \mu\text{m}$ 、 $3.4\ \mu\text{m}$ 、 $3.7\ \mu\text{m}$ 、 $4.3\ \mu\text{m}$ 、 $4.7\ \mu\text{m}$ の液晶セルを作成し、これに上記条件の下側位相板偏光板と上側位相板偏光板を組み合わせて反射表示のコントラスト比を測定した。その結果を図 2 2 に示す。 $3.5\ \mu\text{m}$ から $4.2\ \mu\text{m}$ の範囲内で第 1 目標とする $30:1$ 以上のコントラスト比が得られ、 $3.2\ \mu\text{m}$ から $4.4\ \mu\text{m}$ の範囲内で第 2 目標とする $15:1$ 以上のコントラスト比が得られた。ツイスト角を 90 度に増大したことにより、 $30:1$ 以上のコントラスト比が得られる液晶層厚の範囲が $0.7\ \mu\text{m}$ に拡大し、 $15:1$ 以上のコントラスト比が得られる液晶層厚の範囲が $1.2\ \mu\text{m}$ に

拡大した。

【0089】

「比較例1」

実施例1に示す液晶表示装置において、下側偏光板34の透過軸と下側位相板32の遅相軸のなす角度を45度にした。この場合、バックライト光が下側偏光板と下側位相板を通過した時点で円偏光が得られる。この状態において、透過表示の表示特性を法線方向から評価したところ、コントラスト比は8:1に低下した。

【0090】

すなわち、反射表示部と透過表示部に段差がある液晶表示装置の場合、段差分の液晶層がバックライト光に与える位相差を考慮して、バックライト光が段差分の液晶層を通過した時点で円偏光になるように、下側偏光板の透過軸と下側位相板の遅相軸を設定ししなければ、透過表示のコントラスト比が低下する

「比較例2」

実施例2に示す液晶表示装置において、下側偏光板の透過軸と下側位相板の遅相軸のなす角度を45度にした。透過表示の表示特性を法線方向から評価したところ、コントラスト比は6:1に低下した。段差分の液晶層がバックライト光に与える位相差を考慮しなければ、透過表示のコントラスト比が低下する。

【0091】

以上説明したように、本発明の液晶表示装置では拡散反射電極との組合わせにおいてコントラスト比の良好な表示が得られるため、これを携帯型の情報機器等に搭載すれば、その使用範囲を一層拡大することができる。

【0092】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、反射表示と透過表示の両方で良好な表示を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

暗表示における理想的な偏光変換を表す図である。

【図 2】

明表示における理想的な偏光変換を表す図である。

【図 3】

反射表示部と透過表示部の間に段差がない場合の透過表示部のポアンカレ球表示を示す図である。

【図 4】

透過表示部の方の液晶表示層が厚い場合の透過表示部のポアンカレ球表示を示す図である。

【図 5】

実施例 1 にかかる液晶表示装置を示す図である。

【図 6】

実施例 1 にかかる液晶表示装置の反射表示部および透過表示部の表示特性を示す図である。

【図 7】

実施例 3 にかかる液晶表示装置を示す図である。

【図 8】

実施例 4 にかかる液晶表示装置を示す図である。

【図 9】

実施例 5 にかかる液晶表示装置を示す図である。

【図 1 0】

実施例 1 において、下側位相板の遅相軸と下側偏光板の透過軸のなす角を変えたときの透過表示のコントラスト比の測定結果を示す図である。

【図 1 1】

高コントラスト比のノーマリクローズ表示を与える液晶層のツイスト角と液晶層のリタデーションの関係を示す図である。

【図 1 2】

高コントラスト比のノーマリクローズ表示を与える液晶層のツイスト角と液晶層のリタデーションの関係を示す図である。

【図 1 3】

液晶層のリタデーションと上側位相板のリタデーションの関係を示す図である。

【図 1 4】

上側偏光板吸収軸方位角と上側位相板遅相軸方位角の関係をを示す図である。

【図 1 5】

視角方向の位相差を良好に補償する位相板と液晶層の屈折率楕円体の組合わせを示す図である。

【図 1 6】

図 1 5 の液晶層を近似的に一軸性媒体と置いた時の高コントラスト比を与える位相板と液晶層の屈折率楕円体の組合わせを示す図である。

【図 1 7】

ポアンカレ球上の各点に対応する偏光状態を示す図である。

【図 1 8】

第 1 の下側位相板のリタデーションと第 2 の下側位相板のリタデーションの関係を示す図である。

【図 1 9】

広帯域の円偏光板の原理を示す図である。

【図 2 0】

広帯域の楕円偏光板の原理を示す図である。

【図 2 1】

第 1 の上側位相板のリタデーションと第 2 の上側位相板のリタデーションの関係を示す図である。

【図 2 2】

コントラスト比の液晶層厚依存性を示す図である。

【図 2 3】

コントラスト比の液晶層厚依存性を示す図である。

【符号の説明】

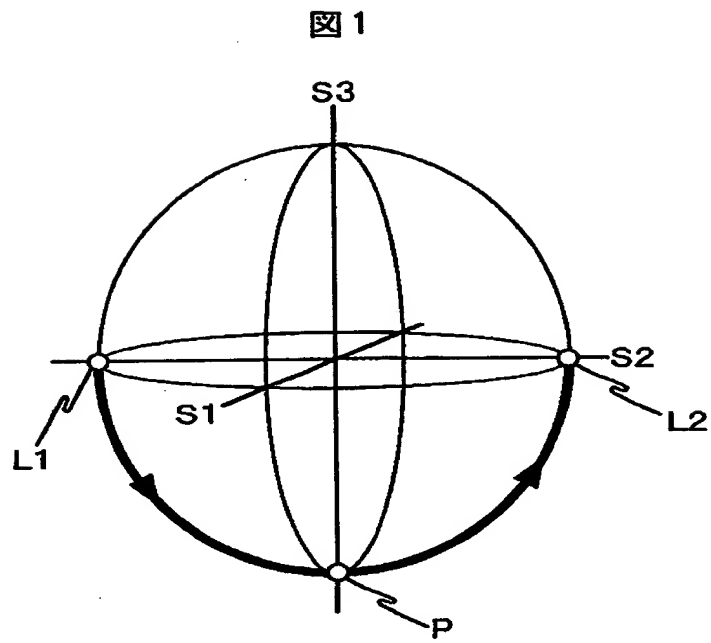
1 0 液晶層

1 1 第 1 の基板

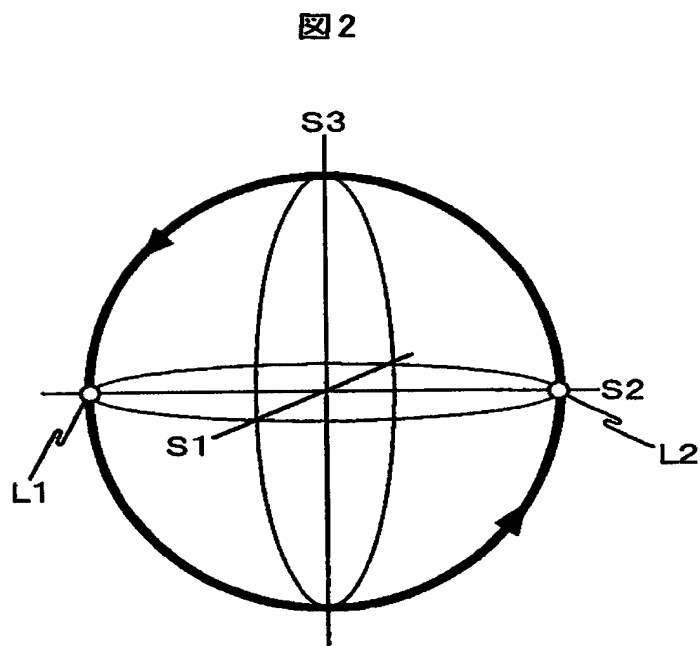
- 1 2 第 2 の基板
- 1 3 カラーフィルタ
- 1 4 ブラックマトリクス
- 1 5 平坦化層
- 1 6 共通電極
- 1 7 第 1 の配向膜
- 1 9 薄膜トランジスタ
- 2 0 第 1 の絶縁層
- 2 1 第 2 の絶縁層
- 2 2 透明電極
- 2 3 反射電極
- 2 4 第 2 の配向膜
- 2 5 凹凸形成層
- 3 0 スルーホール
- 3 1 上側位相板
- 3 2 下側位相板
- 3 3 上側偏光板
- 3 4 下側偏光板
- 3 5 拡散粘着剤
- 7 1 偏光板吸収軸
- 7 2 2 分の 1 波長板遅相軸
- 7 3 4 分の 1 波長板遅相軸
- 7 4 下側偏光板吸収軸
- 7 5 第 2 の下側位相板遅相軸
- 7 6 第 1 の下側位相板遅相軸

【書類名】 図面

【図 1】

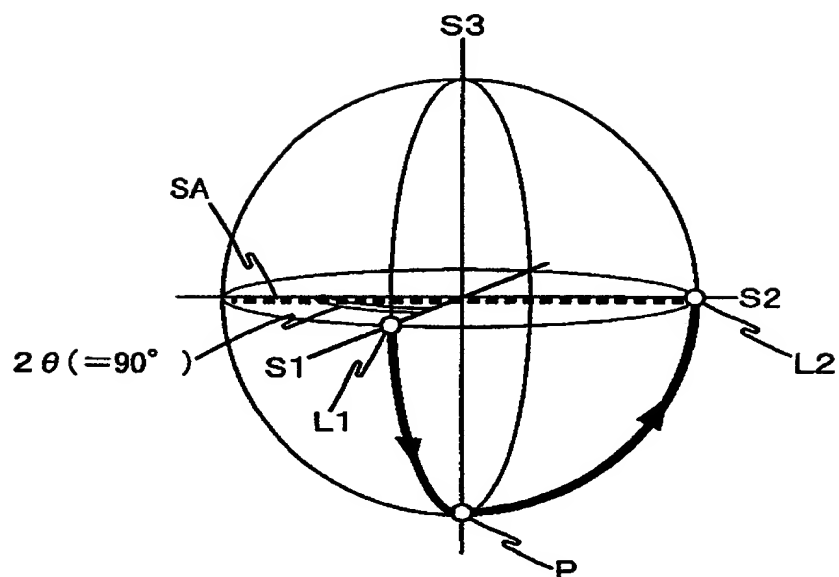


【図 2】



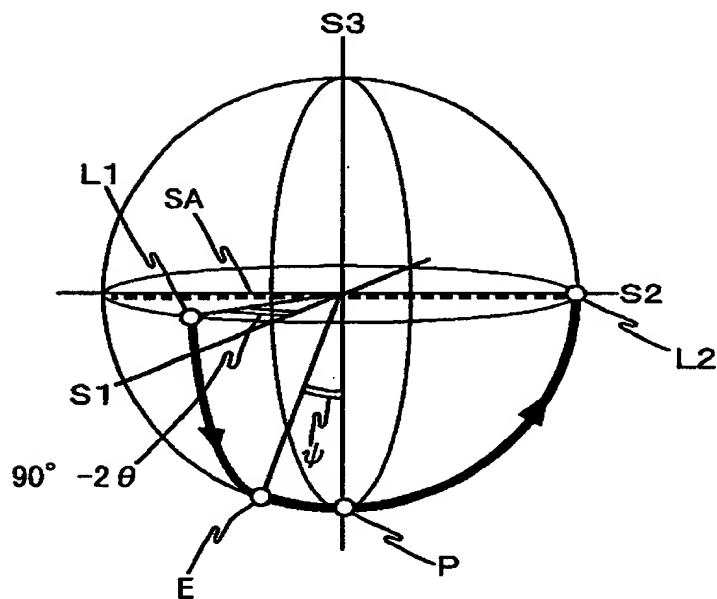
【図 3】

図 3



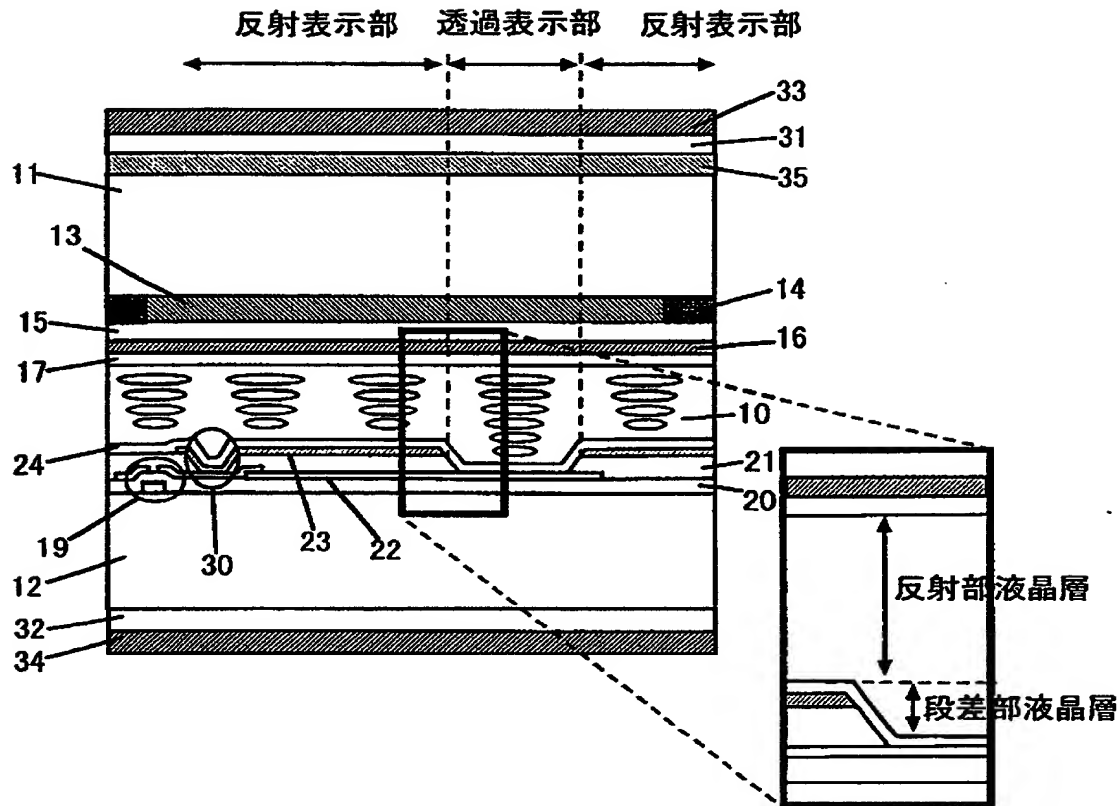
【図 4】

図 4



【図 5】

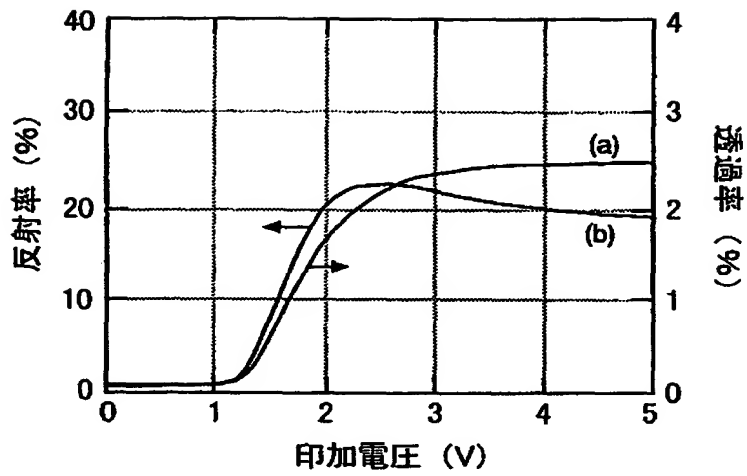
図 5



10: 液晶層、11: 第一の基板、12: 第二の基板、13: カラーフィルタ、
 14: ブラックマトリクス、15: 平坦化層、16: 共通電極、
 17: 第一の配向膜、19: 薄膜トランジスタ、20: 第一の絶縁層、
 21: 第二の絶縁層、22: 透明電極、23: 反射電極、
 24: 第二の配向膜、30: スルーホール、31: 上側位相板、32: 下側位
 相板、33: 上側偏光板、34: 下側偏光板、35: 拡散粘着剤

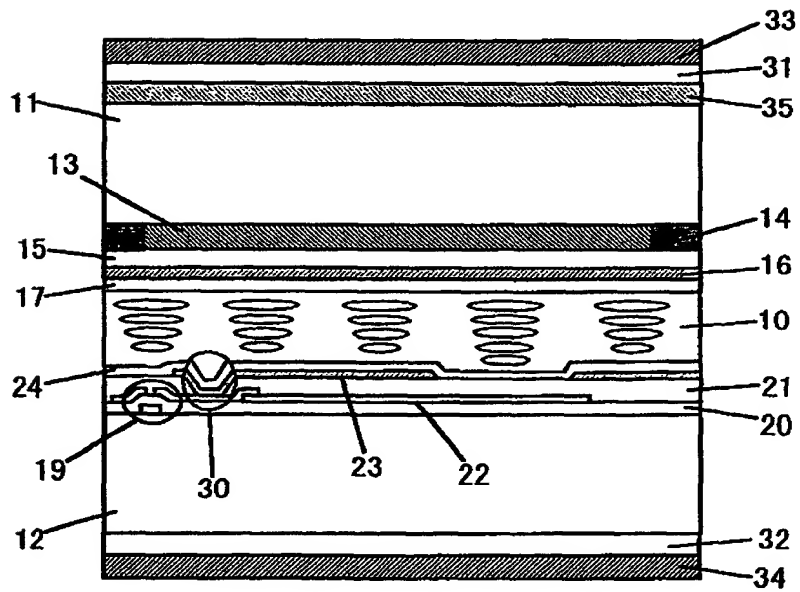
【図 6】

図 6



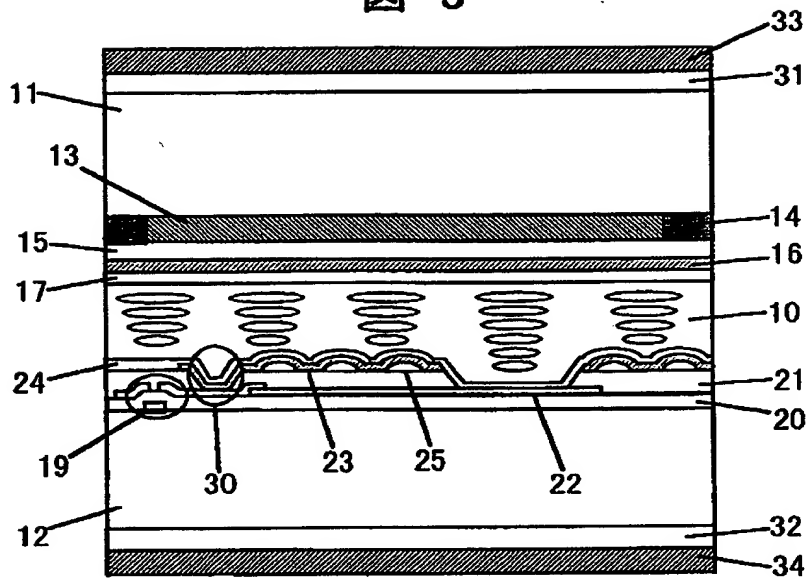
【図 7】

図 7



【図 8】

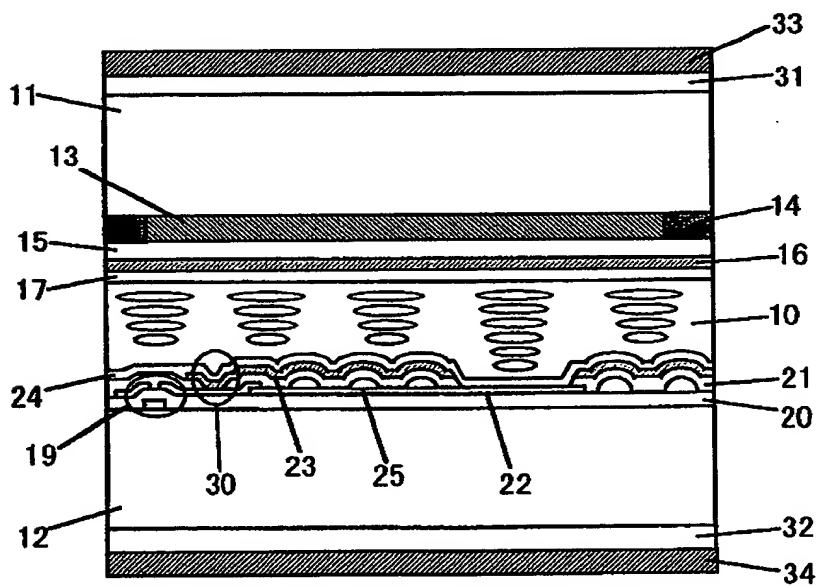
図 8



25: 凹凸形成層

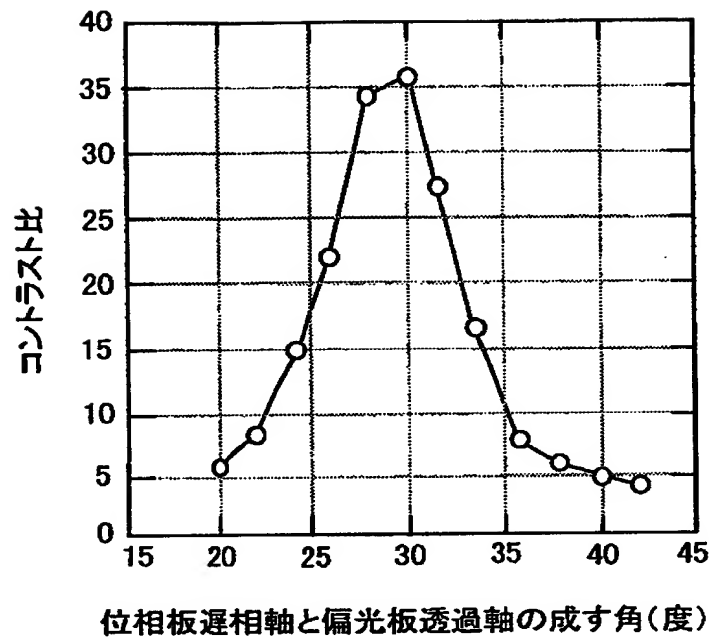
【図 9】

図 9



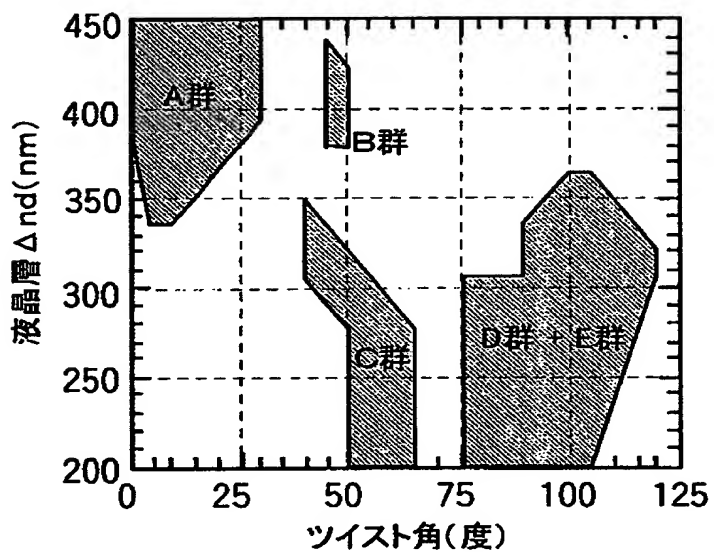
【図 1 0】

図 10



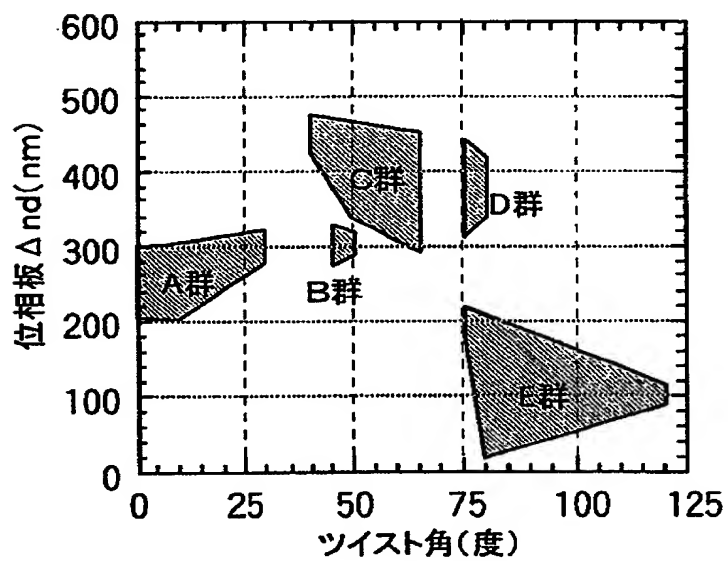
【図 1 1】

図 11



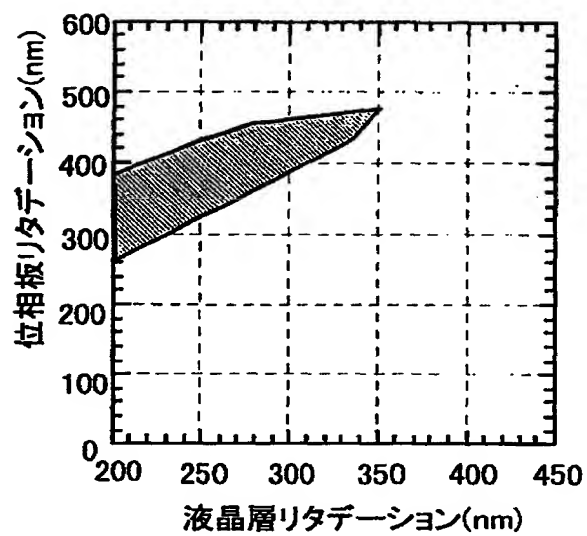
【図 1 2】

図 12



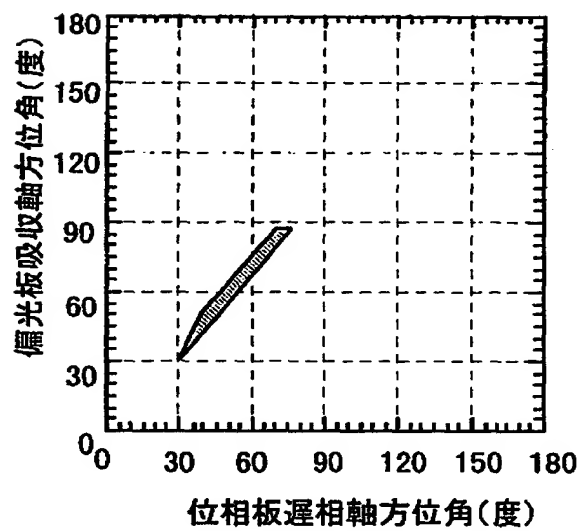
【図 1 3】

図 13



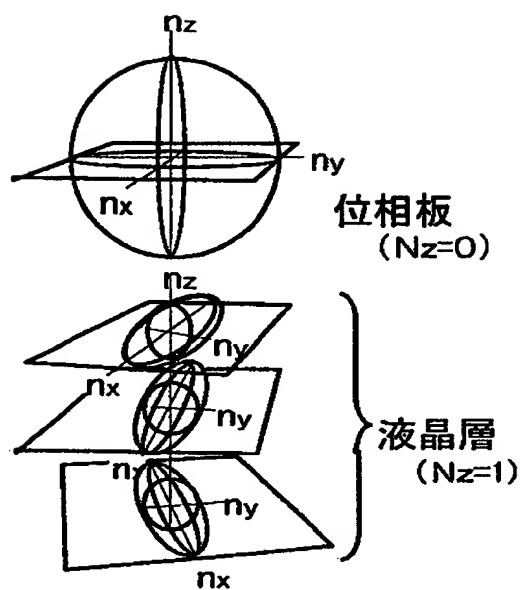
【図 1 4】

図 14



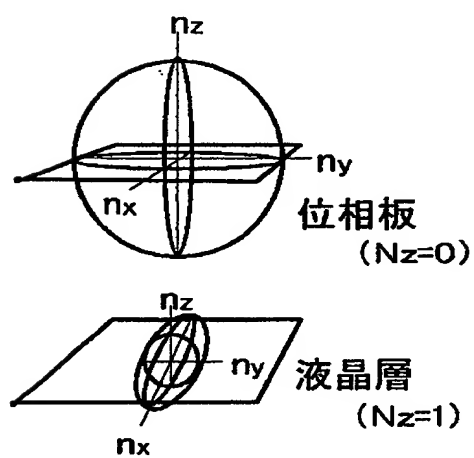
【図15】

図 15



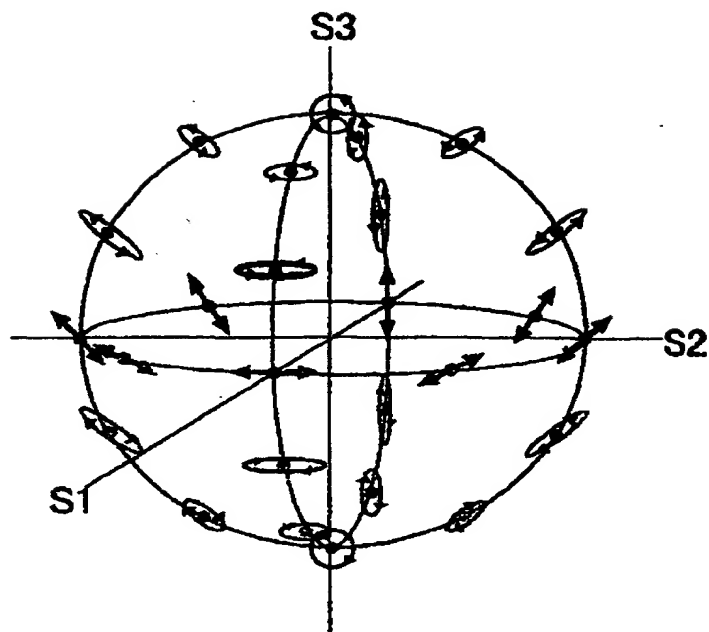
【図16】

図 16



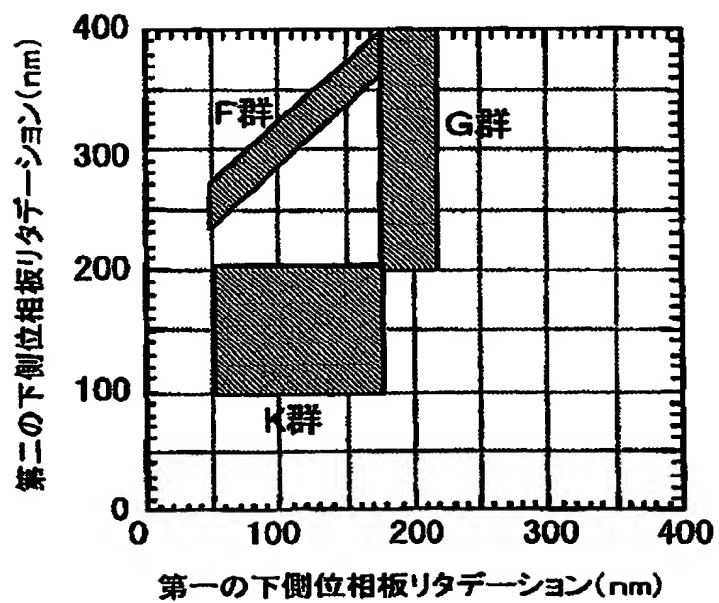
【図 1 7】

図 1 7

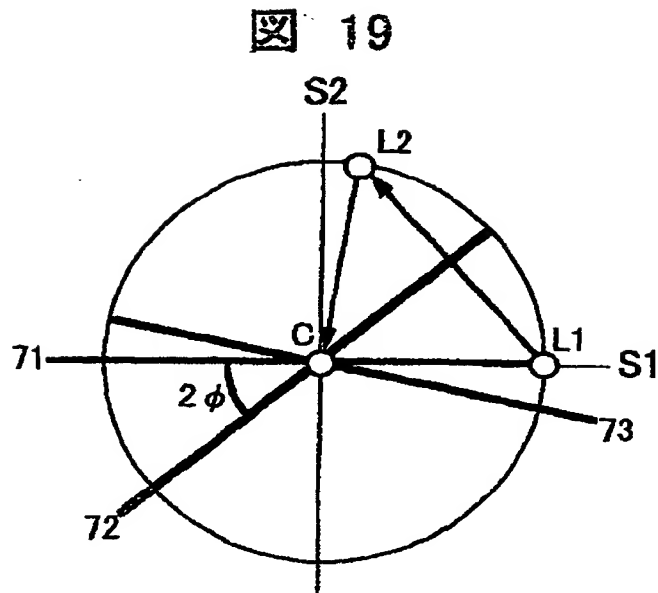


【図 1 8】

図 1 8

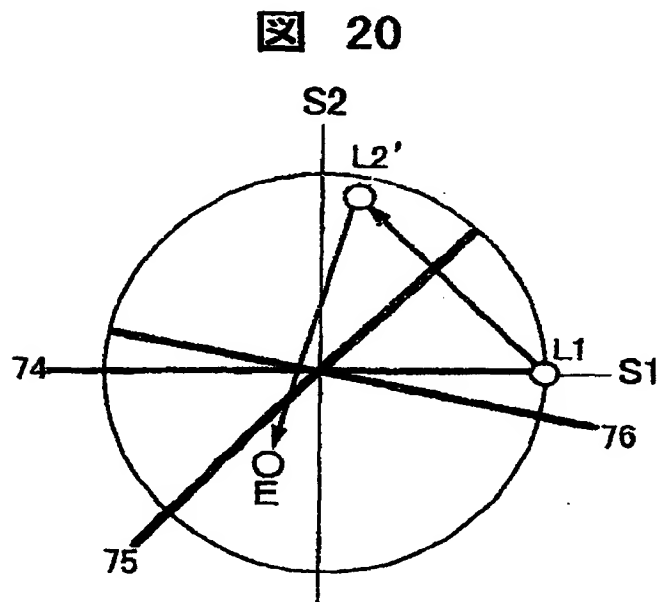


【図 19】



71: 偏光板吸収軸、72: 2分の1波長板遅相軸
73: 4分の1波長板遅相軸

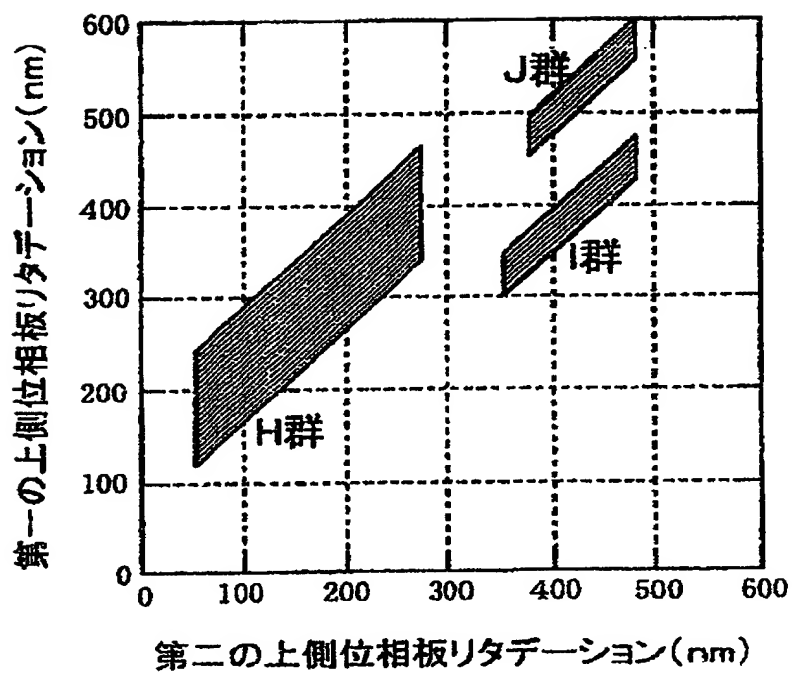
【図 20】



74: 下側偏光板吸収軸、75: 第二の下側位相板遅相軸
76: 第一の下側位相板遅相軸

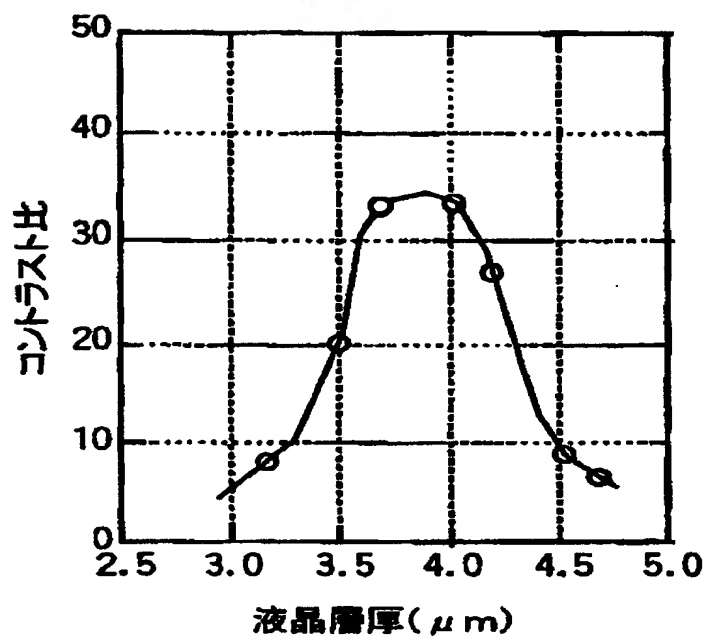
【図 21】

図 21



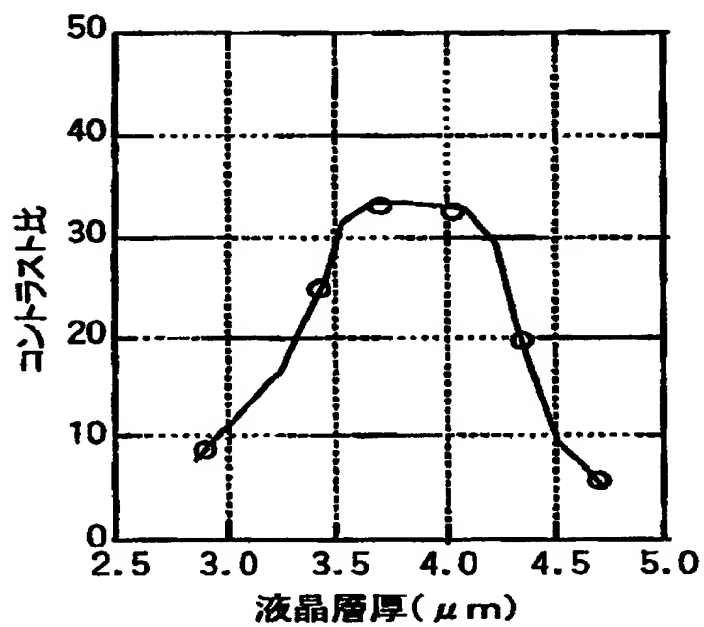
【図 22】

図 22



【図 23】

図 23



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 反射表示部と透過表示部を有する反射型液晶表示装置において、反射表示と透過表示の両方で良好な表示を得る。

【解決手段】 一对の対向基板 1 1, 1 2、該対向基板間に挟持した液晶層 1 0 および液晶駆動部 1 9、並びに前記対向基板の上側および下側に偏光板 3 3, 3 4 および位相板 3 1, 3 2 をそれぞれ配置した液晶表示装置であって、該液晶表示装置の画素は反射率の印加電圧特性がノーマリクローズ型である反射表示部および該反射表示部を構成する液晶層よりも層厚の厚い透過表示部を備え、前記対向基板の下側に配置した偏光板 3 4 および位相板 3 2 は楕円偏光板を形成し、前記液晶層の層厚の差に相当する部分の液晶層を通過した時点でのバックライト光を円偏光にする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所